

ベルトラン競争、海外での研究開発投資と スピルオーバー

広 瀬 憲 三

I はじめに

開発研究には、基礎研究、応用研究および実際の経験から得た知識を利用したものであり、新しい材料、装置、製品、システム、工程などの導入、またはそれら既存のものを改良を狙いとする研究であり、日本の企業の場合、約4分の3がこの開発投資となっている¹⁾。日本企業も含め、多くの企業の研究開発投資は、開発研究が中心となっている。

企業が行う研究開発投資の中には、コスト削減等供給サイドに影響を与えるものや製品の差別化等需要サイドに影響を与えるものなどがある。

消費者は、新製品が新たに販売されるとその製品が以前のものとは比べてどのように変わったのか、自分にとってよりいいものかなど様々な情報を集めようとする。企業にとって、新製品の市場への投入は、新たな需要を喚起し、売り上げ、利益の拡大へとつながる。

例えば、CPUの演算速度、デジタルカメラは、画素数、シャッター速度などの性能を高めることに、デジタルビデオカメラは画素数、小型軽量化、デザインなどを改良することにより消費者の需要を喚起している。

これらの機能や性能、デザインなどは、生産コストにはほとんど影響を与えないが、消費者の購買意欲には大きな影響を与え、ライバル会社との製品

1) 『統計でみる日本の科学技術研究』総務省平成25年度版参照。

の差別化につながる。このように企業にとって、製品の生産を行うのに、いかにコストを下げるかを考えるのと同様、他社との差別化はきわめて重要である。このような差別化は、その企業のブランド価値を高め、自社製品の需要拡大をもたらすからである。企業にとって、製造コストを引き下げるなど供給サイドに影響を与える研究開発投資と同様に、もしくはそれ以上に機能、デザイン、性能など、需要サイドに影響を与える研究開発投資は重要なものといえる。製品が成熟化していけばいくほど、需要サイドに影響を与えるような研究開発投資は重要性を増すと思われる。

グローバルな展開を行う企業にとって研究開発投資は世界市場全体での需要に影響を与えるためより重要となる。多国籍化している企業は、自国で研究開発投資を行うのみではなく外国でも同様に研究開発投資を行う。これは、現地でのニーズに合った製品の改良に関する情報を得やすいと同時に、世界中の優秀な人材を活用することができるからである。

一方、研究開発投資の成果は様々な形で外国企業に漏れる。研究開発投資は製造コストの削減や需要喚起などにより大きな利益をもたらしてくれるが、研究開発投資の成果はいつも他の企業に漏れるリスクを抱えている。研究開発投資の成果を自企業内で保持し続けることは極めて難しいといえる。とくに海外での研究開発投資活動は、自国での研究開発投資よりもその成果が外国企業に漏れてしまうリスクは大きくなると考えられる。例えば、最初にアップル社により製品化されたスマートフォンは時間を置かず、多くの企業から発売されるようになっていし、エアコンの掃除機能、ミラーレス一眼レフカメラなど多くの商品が、同じようなデザイン、機能で複数の企業からはほぼ同時期に販売されている。このような研究開発投資の成果のスピルオーバーは、特許などにより開発した技術を保護する方法はあるが、特にデザイン、機能、性能などの研究開発投資の成果については法制度でカバーしきれない場合が多くある。

研究開発投資の製造コスト削減効果とその漏れについての研究としては、Brander J. and B. Spencer (1983)、d'Aspremont, Claude and Jacquemin, Alexis

(1988) などがある。

本稿では、差別化された製品を自国企業と外国企業が第三国市場へ輸出する場合について、自国企業による自国および外国における戦略的研究開発投資の規模についての考察を行う。すなわち、自国企業は自国内および外国内で研究開発投資を行い、製品の機能、デザイン、性能を高めることにより、自国製品に対する需要を高めようとするが、研究開発投資の成果の一部が相手国企業にスピルオーバーする場合、自国企業の研究開発投資の規模がどのような影響を受けるかについて考察する。

次のような状況を想定しよう。自国企業は2段階ゲームを行う。第1段階では、自国内および外国内での研究開発投資の規模を決定し、第2段階ではその研究開発投資を基にして差別化された財の価格を決定し、第三国市場へと輸出する。このような想定のもとで自国企業と外国企業との研究開発投資競争について分析する。すなわち自国企業の研究開発投資の規模、研究開発投資の成果の一部が漏れる場合、それが両国の研究開発投資に与える影響などについて考察する。

以下第Ⅱ節では、ベルトランモデルを提示し、第Ⅲ節では、自国企業が自国内のみにおいて研究開発投資を行うベルトランモデルを提示し、自国企業の研究開発投資が外国企業によってスピルオーバーする場合の研究開発投資の規模、生産量、価格などに及ぼす影響について検討する。第Ⅳ節では、自国企業が、自国内のみならず、外国内においても研究開発投資を行う場合、研究開発投資の成果の一部が外国企業にスピルオーバーする場合の自国企業による自国内での研究開発投資の規模、自国企業による外国内での研究開発投資の規模、生産量、価格に与える影響について考察する。

Ⅱ ベルトラン複占モデル

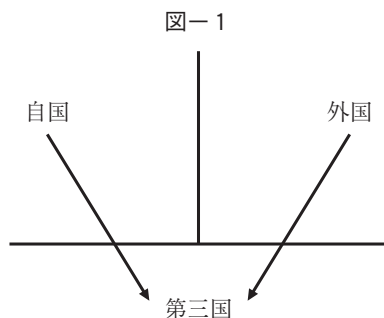
本節では、輸出競争を行うベルトランモデルを提示する。以下、Brander & Spencer (1985) 以来用いられている第三国市場への輸出競争を想定しよう(図-1)。いま、自国、外国企業はそれぞれ差別化された財を生産し、

第三国市場を目指して輸出競争をおこなうような状況を想定しよう。自国企業の供給量、および価格を X 、 P_X 、外国企業の供給量及び価格を Y 、 P_Y 、とし、各財に対する需要関数を

$$X = a_X - bP_X + cP_Y \quad (1)$$

$$Y = a_Y - bP_Y + cP_X \quad (2)$$

としよう。ただし、 a_i ($i = X, Y$)、 $b, c > 0$ 、 $b > c$ 。ここで、企業が研究開発投資を行うことにより、 a_i が変化し、財に対する需要関数をシフトさせるもしくは、同じ需要に対して、より高い価格を設定できると考えよう。



各企業の費用については、簡単化のため限界費用のみであると仮定しよう。

各企業の限界費用を β_i ($i = X, Y$) とすると費用関数は、

$$C_X = \beta_X X \quad (3)$$

$$C_Y = \beta_Y Y \quad (4)$$

となる。利潤関数は、

$$\Pi_X = P_X X - C_X \quad (5)$$

$$\Pi_Y = P_Y Y - C_Y \quad (6)$$

となり、企業にとって、投資量が与えられたもとの利潤極大化のための一階の条件は、以下のようになる。

$$\frac{\partial \Pi_X}{\partial P_X} = X + X \frac{\partial X}{\partial P_X} - \frac{\partial C_X}{\partial P_X} = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial \Pi_Y}{\partial P_Y} = Y + P_Y \frac{\partial Y}{\partial P_Y} - \frac{\partial C_Y}{\partial P_Y} = 0 \quad (8)$$

これらより、各企業の生産量、価格を求めると、

$$X = \frac{b}{4b^2 - c^2} [2ba_X + ca_Y + (c^2 - 2b^2)\beta_X + bc\beta_Y] \quad (9)$$

$$Y = \frac{b}{4b^2 - c^2} [2ba_Y + ca_X + (c^2 - 2b^2)\beta_Y + bc\beta_X] \quad (10)$$

$$P_X = \frac{1}{4b^2 - c^2} [2ba_X + ca_Y + 2b^2\beta_X + bc\beta_Y] \quad (11)$$

$$P_Y = \frac{1}{4b^2 - c^2} [2ba_Y + ca_X + 2b^2\beta_Y + bc\beta_X] \quad (12)$$

となる。

Ⅲ 自国内での研究開発投資とスピルオーバー

自国企業が研究開発投資をおこなうことは、輸出先である第三国市場でのその財に対する需要を高め、相手国企業の財のシェアを奪うことができる。本節では、前節のモデルを拡張し、自国企業が戦略的研究開発投資を自国で行うモデルについて分析する。ここで想定する研究開発投資は、企業が製品に新たな機能を加えたりすることにより需要を高め、他社との差別化を図るような研究開発投資であり、このような研究開発投資は人的資本に依存する程度が高いと考えよう。

自国は X 財を、外国は Y 財を生産しており、費用構造については、自国企業も外国企業も同じであると仮定しよう。したがって、両国の費用のうち、限界費用については自国も外国も等しくなると仮定する。自国企業による自国内での研究開発投資を R_1 とすると、両国にとっての需要関数、費用関数、利潤関数はそれぞれ

$$X = a_X - bP_X + cP_Y \quad (1)$$

$$Y = a_Y - bP_Y + cP_X \quad (2)$$

$$\Pi_X = P_X X - C_X \quad (13)$$

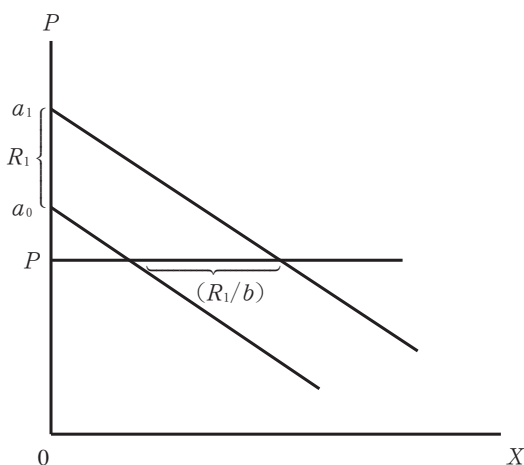
$$\Pi_Y = P_Y Y - C_Y \quad (14)$$

$$C_X = \beta X + \gamma_1 \frac{R_1^2}{2} \quad (15)$$

$$C_Y = \beta Y \quad (16)$$

となる。自国企業にとって、研究開発投資を行うことは、品質、デザインの変化などを通じての製品の差別化を図り、第三国市場において自国製品に対する需要を高めることができる。図-2において、企業による投資の増加は、 a を a_0 から a_1 に R_1 だけ拡大させ、需要曲線を上方へシフトさせる。その結果、同じ価格のもとでも需要量を (R_1/b) だけ拡大させる。

図-2



いま自国企業の研究開発投資 R_1 を増加させることで X 財に対する需要が拡大し、そのことが利潤を増加させると考えよう。研究開発投資が需要の拡大に与える効果については、研究開発投資を 1 単位増加させると需要量が同じでも価格が 1 円上がるように研究開発投資 R_1 の単位をとる。すなわち、 R_1 の係数が 1 となるように R_1 の単位をとる。したがって、

$$a_X = \alpha + R_1 \quad (17)$$

$$a_Y = \alpha + m_1 R_1 \quad (18)$$

ここで、 m_1 はスピルオーバーの程度を表す係数であり、 m_1 の値は $0 \leq m_1 \leq 1$ となる。 $m_1 = 0$ ならば自国企業にとって研究開発投資をおこなうことは自国企業の製品の需要のみを拡大させる効果を持つが、 m_1 の値が大きくなるにつれて自国企業の研究開発投資の需要拡大効果の一部が外国企業に漏れていく程度が大きくなる。もし $m_1 = 1$ ならば自国企業の研究開発投資による需要拡大効果がすべて外国企業に漏れてしまい外国企業は研究開発投資の費用をかけることなく自国企業と同じデザインなどの差別化をもたらし、需要を拡大させることができる。

相手企業の価格が一定であるという仮定のもとで自企業の利潤が極大化するように自国企業の価格を決定するベルトラン的行動をとるものと仮定し、(13)(14)より与えられた R_1 のもとで、各国企業の価格、生産量を求めると、

$$\tilde{P}_X = \frac{\alpha + b\beta}{2b - c} + \frac{(2b + cm_1)}{4b^2 - c^2} R_1 \quad (19)$$

$$\tilde{P}_Y = \frac{\alpha + b\beta}{2b - c} + \frac{2bm_1 + c}{4b^2 - c^2} R_1 \quad (20)$$

$$\tilde{X} = \frac{b[\alpha + (c - b)\beta]}{2b - c} + \frac{b(2b + cm_1)}{4b^2 - c^2} R_1 \quad (21)$$

$$\tilde{Y} = \frac{b[\alpha + (c - b)\beta]}{2b - c} + \frac{b(2bm_1 + c)}{4b^2 - c^2} R_1 \quad (22)$$

となる。これらを自国企業の利潤関数に代入して、自国企業の間接利潤関数を求めると、

$$V_X(R_1) = \tilde{P}_X \tilde{X} - \tilde{C}_X \quad (23)$$

となる。したがって、(23)式より、利潤極大化の一階の条件を求めると、

$$\begin{aligned} \frac{dV_X}{dR_1} &= \tilde{P}_X \frac{d\tilde{X}}{dR_1} + \tilde{X} \frac{d\tilde{P}_X}{dR_1} - \beta \frac{d\tilde{X}}{dR_1} - r_1 R_1 \\ &= \frac{2b(2b + cm_1)(2b + c)[\alpha - (b - c)\beta]}{(4b^2 - c^2)^2} \\ &\quad + \frac{2b(2b + cm_1)^2}{(4b^2 - c^2)^2} R_1 - r_1 R_1 = 0 \end{aligned} \quad (24)$$

なる。(24)式より、両国企業の研究開発投資の規模を求めると、

$$R_1 = \frac{2b(2b+c)(2b+cm_1)[\alpha-(b-c)\beta]}{\gamma_1(4b^2-c^2)^2-2b(2b+cm_1)^2} \quad (25)$$

となる。利潤極大化のための二階の条件は、

$$\gamma(4b^2-c^2)^2-2b(2b-cm_1)^2 > 0 \quad (26)$$

となる²⁾。自国企業および外国企業は、(25)式を(19)から(22)に代入し、自国企業が研究開発投資をおこなうが³⁾、その成果の一部が外国企業にスピルオーバーするもとの各企業の生産量、価格を求めると、

$$P_X = \frac{\alpha+b\beta}{2b-c} + \frac{(2b+cm_1)}{4b^2-c^2} \frac{2b(2b+c)(2b+cm_1)[\alpha-(b-c)\beta]}{\gamma_1(4b^2-c^2)^2-2b(2b+cm_1)^2} \quad (27)$$

$$P_Y = \frac{\alpha+b\beta}{2b-c} + \frac{2bm_1+c}{4b^2-c^2} \frac{2b(2b+c)(2b+cm_1)[\alpha-(b-c)\beta]}{\gamma_1(4b^2-c^2)^2-2b(2b+cm_1)^2} \quad (28)$$

$$X = \frac{b[\alpha+(c-b)\beta]}{2b-c} + \frac{b(2b+cm_1)}{4b^2-c^2} \frac{2b(2b+c)(2b+cm_1)[\alpha-(b-c)\beta]}{\gamma_1(4b^2-c^2)^2-2b(2b+cm_1)^2} \quad (29)$$

$$Y = \frac{b[\alpha+(c-b)\beta]}{2b-c} + \frac{b(2bm_1+c)}{4b^2-c^2} \frac{2b(2b+c)(2b+cm_1)[\alpha-(b-c)\beta]}{\gamma_1(4b^2-c^2)^2-2b(2b+cm_1)^2} \quad (30)$$

となる。

スピルオーバーの拡大は研究開発投資、各企業の生産量、価格にどのような影響を与えるであろうか。(25)式を m_1 で微分すると、

$$\frac{dR_1}{dm_1} = \frac{2bc(2b+c)[\alpha-(b-c)\beta][\gamma_1(4b^2-c^2)^2+2b(2b+cm_1)^2]}{[\gamma(4b^2-c^2)^2-2b(2b+cm_1)^2]^2} > 0$$

となり、スピルオーバーの拡大は研究開発投資の増加をもたらすことがわか

2) 以下の分析では二階の条件が満たされているものとして分析していく。

る。これはベルトラン的競争の場合、戦略的補完関係があるため、相手価格の上昇は自国価格の上昇をもたらす。自国企業による研究開発の外国企業へのスピルオーバーが起これと、外国企業は同じ条件のもとで価格を引き上げることができ、そのことが自国の価格を引き上げる誘因となる。その結果、今までよりもより研究開発を行う方がより多くの利潤を得られるようになり、自国企業は研究開発投資を増加させることになる。

次にスピルオーバーの程度が変化することによる価格、生産量への影響についてみよう。(27)(28)(29)(30)式を m_1 で微分し、スピルオーバーの変化が各国の財価格、生産量に与える影響をみると、

$$\frac{dP_X}{dm_1} = \frac{cR_1}{4b^2 - c^2} + \frac{2b + cm_1}{4b^2 - c^2} \frac{dR_1}{dm_1} > 0 \quad (31)$$

$$\frac{dP_Y}{dm_1} = \frac{2bR_1}{4b^2 - c^2} + \frac{2bm_1 + c}{4b^2 - c^2} \frac{dR_1}{dm_1} > 0 \quad (32)$$

$$\frac{dX}{dm_1} = \frac{2b^2R_1}{4b^2 - c^2} + \frac{b(2b + cm_1)}{4b^2 - c^2} \frac{dR_1}{dm_1} > 0 \quad (33)$$

$$\frac{dY}{dm_1} = \frac{2b^2R_1}{4b^2 - c^2} + \frac{b(2bm_1 + c)}{4b^2 - c^2} \frac{dR_1}{dm_1} > 0 \quad (34)$$

となる。すなわち、スピルオーバーの拡大は恩恵を受ける外国企業の価格、生産量を拡大させるだけでなく、自国企業の価格および生産量をも拡大させることがわかる。これはスピルオーバーにより外国企業より高い価格を設定できる状況となり、ベルトラン的行動をとる場合、戦略的補完的行動として自国企業も価格を引き上げる行動をとることができるためである。その結果、両国企業の価格および生産量は引き上げられることとなる。

それでは、スピルオーバー程度が拡大した場合、自国と外国の価格の上昇の程度はどちらがより大きくなるのであろうか。(31)～(34)式より、

$$\frac{dP_X}{dm_1} - \frac{dP_Y}{dm_1} = \frac{2b - c}{4b^2 - c^2} \left[\frac{dR_1}{dm_1} (1 - m_1) - R_1 \right]$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{2b[\alpha - (b-c)\beta]}{[\gamma_1(4b^2 - c^2)^2 - 2b(4b^2 - c)^2]^2} \\
&\quad \times \frac{\{-\gamma_1(4b^2 - c^2)^2[2b + c(2m_1 - 1)] + 2b(4b^2 - c)^2(2b + c)\}}{[\gamma_1(4b^2 - c^2)^2 - 2b(4b^2 - c)^2]^2} \quad (35)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\frac{dX}{dm_1} - \frac{dY}{dm_1} = \frac{b(2b-c)}{4b^2 - c^2} \left[\frac{dR_1}{dm_1} (1 - m_1) - R_1 \right] \\
&= \frac{2b^2[\alpha - (b-c)\beta]}{[\gamma_1(4b^2 - c^2)^2 - 2b(4b^2 - c)^2]^2} \\
&\quad \times \frac{\{-\gamma_1(4b^2 - c^2)^2[2b + c(2m_1 - 1)] + 2b(4b^2 - c)^2(2b + c)\}}{[\gamma_1(4b^2 - c^2)^2 - 2b(4b^2 - c)^2]^2} \quad (36)
\end{aligned}$$

となる。(35)(36)式から、スピルオーバーの拡大が外国企業の生産量及び価格に与える影響は初期におけるスピルオーバーの大きさに依存し、もし、 $m_1 > \frac{1}{2}$

ならば、 $\frac{dP_X}{dm_1} < \frac{dP_Y}{dm_1}$ 、 $\frac{dX}{dm_1} < \frac{dY}{dm_1}$ となる。

したがって、初期においてスピルオーバーの程度が十分に大きいならば、さらなるスピルオーバーが生じた場合、両国企業の価格、生産量は上昇するが、上昇の程度は技術が漏れた自国企業の方がより上昇し、技術を獲得した外国企業の価格、生産量の上昇の程度は小さくなる。初期におけるスピルオーバーの程度が大きくない場合、さらなるスピルオーバーの拡大は技術を獲得した外国企業の価格、生産量をより上昇させる可能性を持つ。

IV 自国及び外国での研究開発投資とスピルオーバー

自国企業にとって、このような研究開発投資は、自国だけで行うよりも外国の人材をも活用して行う方がより効果を生むことができると考えられる。したがって本節では、自国企業が自国、外国で同時に研究開発投資を行う場合のモデルを提示し、そのもとで最適な研究開発投資の規模を求める。

研究開発投資は需要を拡大し、生産量、価格を引き上げるプラスの効果があるが、この研究開発は、基本的には「人」に依存する。より優れた人材は

より高い研究開発投資の効果をもたらしてくれる。したがって、研究開発に従事する人が増えていくにつれて、その限界的な効果は逓減することになる。

自国企業にとって、自国内で研究開発投資を行うことは、外国企業の研究開発投資の成果の一部が漏れるリスクは小さくなるが、外国にいる優秀な人材を活用することによる需要拡大などの成果を得ることができなくなる。外国で研究開発投資を行えば、それらの優秀な人材を活用し自国の財に対する需要を拡大させることができるが、同時に外国企業に研究開発投資の成果の一部が漏れるリスクは大きくなると考えられる。

本節では、自国企業が自国で研究開発投資を行うのみではなく、外国においても研究開発投資を行う場合についてのモデルを提示し、研究開発投資の規模、各国の生産量、価格などについて検討を行う。前節同様、両国にとっての需要関数、利潤関数をそれぞれ

$$X = a_X - bP_X + cP_Y \quad (1)$$

$$Y = a_Y - bP_Y + cP_X \quad (2)$$

$$\Pi_X = P_X X - C_X \quad (3)$$

$$\Pi_Y = P_Y Y - C_Y \quad (4)$$

としよう。研究開発投資は需要を高め、同じ需要量に対してより高い価格を設定することができる。したがって、自国内で行う自国企業の研究開発投資 R_1 、外国内で行う自国企業の研究開発投資を R_2 とし、研究開発投資を 1 単位増加させると需要量が同じでも価格が 1 だけ上昇するように単位をとると、

$$a_X = \alpha + R_1 + R_2 \quad (37)$$

$$a_Y = \alpha + m_1 R_1 + m_2 R_2 \quad (38)$$

となる。自国企業にとって、研究開発投資を行うことは、自国製品の第三国市場での需要を喚起し、外国企業との競争で優位に立つことができる。しかしながら、自国企業が行う研究開発投資の成果の一部が外国企業に漏れるのであれば、第三国市場での外国企業との競争の優位性もそれだけ薄れてしまうことになる。さらに、自国企業にとって、自国内で行う研究開発投資の成

果が外国企業に漏れる程度は、自国企業が外国で行う研究開発投資の成果が外国企業に漏れる程度よりも小さいと考えられる。したがって、 $m_1 < m_2$ と仮定しよう。

費用関数については、自国企業は、自国内での研究開発投資のみではなく、外国企業内での研究開発投資の費用も生じるので、

$$C_X = \beta X + \gamma_1 \frac{R_1^2}{2} + \gamma_2 \frac{R_2^2}{2} \quad (15')$$

$$C_Y = \beta Y \quad (16)$$

となる。

自国企業および外国企業は、相手企業の価格が一定であるという仮定のもとで自企業の利潤極大化となるように価格（輸出価格）を決定するベルトラン的行動をとるものと仮定すると、

$$\tilde{P}_X = \frac{\alpha + b\beta}{2b - c} + \frac{(2b + cm_1)}{4b^2 - c^2} R_1 + \frac{(2b + cm_2)}{4b^2 - c^2} R_2 \quad (39)$$

$$\tilde{P}_Y = \frac{\alpha + b\beta}{2b - c} + \frac{2bm_1 + c}{4b^2 - c^2} R_1 + \frac{2bm_2 + c}{4b^2 - c^2} R_2 \quad (40)$$

$$\tilde{X} = \frac{b[\alpha - (b - c)\beta]}{2b - c} + \frac{b(2b + cm_1)}{4b^2 - c^2} R_1 + \frac{b(2b + cm_2)}{4b^2 - c^2} R_2 \quad (41)$$

$$\tilde{Y} = \frac{b[\alpha - (b - c)\beta]}{2b - c} + \frac{b(2bm_1 + c)}{4b^2 - c^2} R_1 + \frac{b(2bm_2 + c)}{4b^2 - c^2} R_2 \quad (42)$$

となる。これらを自国企業の利潤関数に代入して、自国企業の間接利潤関数を求めると、

$$V_X(R_1, R_2) = \tilde{P}_X \tilde{X} - \beta \tilde{X} - \gamma_1 \frac{R_1^2}{2} - \gamma_2 \frac{R_2^2}{2} \quad (43)$$

となる。したがって、(43)式より、利潤極大化の一階の条件を求めると、

$$\frac{\partial V_X}{\partial R_1} = \tilde{P}_X \frac{\partial \tilde{X}}{\partial R_1} + \tilde{X} \frac{\partial \tilde{P}_X}{\partial R_1} - \beta \frac{\partial \tilde{X}}{\partial R_1} - \gamma_1 R_1$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2b(2b+cm_1)[\alpha-(b-c)\beta]}{(4b^2-c^2)(2b-c)} + \frac{2b(2b+cm_1)^2}{(4b^2-c^2)^2}R_1 \\
 &\quad + \frac{2b(2b+cm_1)(2b+cm_2)}{(4b^2-c^2)^2}R_2 - \gamma_1 R_1 = 0
 \end{aligned} \tag{44}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial V_X}{\partial R_2} &= \tilde{P}_X \frac{\partial \tilde{X}}{\partial R_1} + \tilde{X} \frac{\partial \tilde{P}_X}{\partial R_1} - \beta \frac{\partial \tilde{X}}{\partial R_1} - \gamma_1 R_1 \\
 &= \frac{2b(2b+cm_2)[\alpha-(b-c)\beta]}{(4b^2-c^2)(2b-c)} + \frac{2b(2b+cm_1)(2b+cm_2)}{(4b^2-c^2)^2}R_1 \\
 &\quad + \frac{2b(2b+cm_2)^2}{(4b^2-c^2)^2}R_2 - \gamma_2 R_2 = 0
 \end{aligned} \tag{45}$$

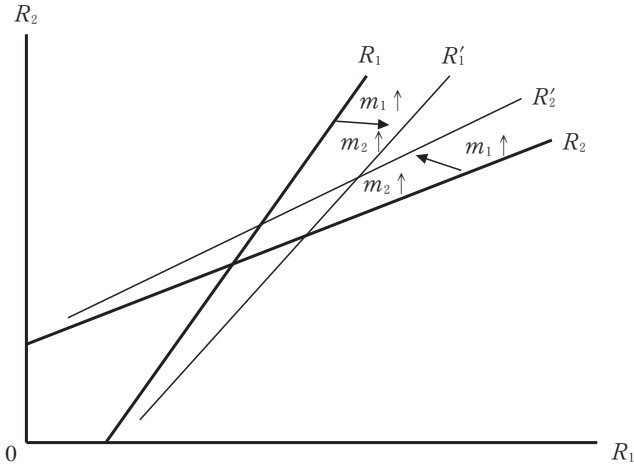
となる。(44)(45)式を整理すると、

$$\begin{aligned}
 &[2b(2b+cm_1)^2 - (4b^2-c^2)^2\gamma_1]R_1 + [2b(2b+cm_1)(2b+cm_2)]R_2 \\
 &\quad + 2b(2b+cm_1)(2b+c)[\alpha-(b-c)\beta] = 0
 \end{aligned} \tag{46}$$

$$\begin{aligned}
 &[2b(2b+cm_1)(2b+cm_2)R_1 + [2b(2b+cm_2)^2 - (4b^2-c^2)^2\gamma_2]R_2 \\
 &\quad + 2b(2b+cm_2)(2b+c)[\alpha-(b-c)\beta] = 0
 \end{aligned} \tag{47}$$

となる。

図-3



図－3 はこれらの関係を示したものである。 m_1 の上昇は R_1 線、 R_2 線を左にシフトさせ、 R_1 、 R_2 をともに減少させる。同様に m_2 の上昇は R_1 線、 R_2 線を右にシフトさせ、 R_1 、 R_2 をともに減少させる。

(44)(45)式より、両国企業の研究開発投資の規模を求めると、

$$R_1 = \frac{2b(2b+cm_1)(2b+c)\gamma_2(4b^2-c^2)^2[\alpha-(b-c)\beta]}{\Delta} \quad (48)$$

$$R_2 = \frac{2b(2b+cm_2)(2b+c)\gamma_1(4b^2-c^2)^2[\alpha-(b-c)\beta]}{\Delta} \quad (49)$$

となる。ただし、

$$\begin{aligned} \Delta = & \{(4b^2-c^2)\gamma_1-2b(2b+cm_1)^2\} \{(4b^2-c^2)\gamma_2-2b(2b+cm_2)^2\} \\ & -4b^2(2b+cm_1)^2(2b+cm_2)^2 > 0 \end{aligned}$$

利潤極大化のための二階の条件は、

$$\begin{aligned} & (4b^2-c^2)\gamma_1-2b(2b+cm_1)^2 > 0 \\ & (4b^2-c^2)\gamma_2-2b(2b+cm_2)^2 > 0 \\ & \{(4b^2-c^2)\gamma_1-2b(2b+cm_1)^2\} \{(4b^2-c^2)\gamma_2-2b(2b+cm_2)^2\} \\ & -4b^2(2b+cm_1)^2(2b+cm_2)^2 > 0 \end{aligned}$$

となる³⁾。これらより、自国内での研究開発投資のスピルオーバーの程度が上昇したとき、それが自国内及び外国内での研究開発投資に与える効果をみると、

$$\frac{dR_1}{dm_1} = \frac{2b\gamma_2(4b^2-c^2)^2(2b+c)[\alpha-(b-c)\beta] \left[c\Delta - (2b+cm_1) \frac{d\Delta}{dm_1} \right]}{\Delta^2} > 0 \quad (50)$$

$$\frac{dR_2}{dm_1} = \frac{-2b\gamma_1(4b^2-c^2)^2(2b+cm_2)(2b+c)[\alpha-(b-c)\beta] \frac{d\Delta}{dm_1}}{\Delta^2} > 0 \quad (51)$$

ただし、

3) 以下の分析では二階の条件が満たされているものとして分析していく。

$$\begin{aligned} \frac{d\Delta}{dm_1} &= 4bc(2b+cm_1)[2b(2b-cm_2)^2 - (4b^2-c^2)\gamma_2] \\ &\quad - 8b^2c(2b+cm_1)(2b+cm_2)^2 < 0 \end{aligned}$$

となり、自国内での研究開発投資の成果が外国企業に漏れる程度の拡大は、自国内での研究開発投資、外国内での研究開発投資をともに増加させる。これはベルトラン的競争の場合、戦略的補完関係があるため、相手価格の上昇は自国価格の上昇をもたらす。自国企業による研究開発の外国企業へのスピルオーバーが起これと、外国企業は同じ条件のもとで価格を引き上げることができ、そのことが自国の価格を引き上げる誘因となる。その結果、今までよりもより研究開発を行う方がより多くの利潤を得られるようになり、自国企業は研究開発投資を増加させる。また、自国内での研究開発投資のコストと外国内で行う研究開発投資のコストと初期におけるスピルオーバーの程度に依存し、もし

$$\gamma_2(2b+cm_1) > \gamma_1(2b+cm_2)$$

ならば、 m_1 の拡大は自国内での研究開発投資を外国内での研究開発投資よりもより増加させることがわかる。

$$\frac{dR_1}{dm_1} > \frac{dR_2}{dm_1} > 0$$

同様に、外国内で行う自国企業の研究開発投資の成果が外国企業に漏れる程度の拡大が自国内および外国内での自国企業による研究開発投資に与える影響をみると、

$$\begin{aligned} \frac{dR_1}{dm_2} &= \frac{-2b\gamma_2(4b^2-c^2)^2(2b+cm_1)(2b+c)[\alpha-(b-c)\beta]\frac{d\Delta}{dm_2}}{\Delta^2} > 0 \quad (52) \\ \frac{dR_2}{dm_2} &= \frac{2b\gamma_1(4b^2-c^2)^2(2b+c)[\alpha-(b-c)\beta]\left[c\Delta - (2b+cm_2)\frac{d\Delta}{dm_2}\right]}{\Delta^2} > 0 \quad (53) \end{aligned}$$

ただし、

$$\begin{aligned}\frac{d\mathcal{A}}{dm_2} &= 4bc(2b+cm_2)[2b(2b+cm_2)^2 - (4b^2-c^2)^2\gamma_1] \\ &\quad - 8b^2c(2b+cm_1)^2(2b+cm_2) < 0\end{aligned}$$

となり、自国企業による外国内での研究開発投資の成果が外国企業に漏れる程度の拡大は、外国内での研究開発投資、自国内での研究開発投資を増加させる。また、自国内での研究開発投資のコストと外国内で行う研究開発投資のコストと初期におけるスピルオーバーの程度に依存し、もし

$$\gamma_2(2b+cm_1) < \gamma_1(2b+cm_2)$$

ならば、 m_1 の拡大は自国内での研究開発投資を外国内での研究開発投資よりもより増加させることがわかる。

$$\frac{dR_2}{dm_1} > \frac{dR_1}{dm_1} > 0$$

(48)/(49)/(50)/(51)式より、スピルオーバーが各国企業の生産量、価格に与える影響をみると、

$$\frac{dP_X}{dm_1} = \frac{cR_1 + (2b+cm_1)\frac{dR_1}{dm_1} + (2b+cm_2)\frac{dR_2}{dm_1}}{4b^2-c^2} > 0$$

$$\frac{dP_Y}{dm_1} = \frac{2bR_1 + (2bm_1+c)\frac{dR_1}{dm_1} + (2bm_2+c)\frac{dR_2}{dm_1}}{4b^2-c^2} > 0$$

$$\frac{dX}{dm_1} = \frac{bcR_1 + b(2b+cm_1)\frac{dR_1}{dm_1} + b(2b+cm_2)\frac{dR_2}{dm_1}}{4b^2-c^2} > 0$$

$$\frac{dY}{dm_1} = \frac{2b^2R_1 + b(2bm_1+c)\frac{dR_1}{dm_1} + b(2bm_2+c)\frac{dR_2}{dm_1}}{4b^2-c^2} > 0$$

$$\frac{dP_X}{dm_2} = \frac{cR_2 + (2b+cm_1)\frac{dR_1}{dm_2} + (2b+cm_2)\frac{dR_2}{dm_2}}{4b^2-c^2} > 0$$

$$\frac{dP_Y}{dm_2} = \frac{2b^2R_2 + (2bm_1 + c)\frac{dR_1}{dm_2} + (2bm_2 + c)\frac{dR_2}{dm_2}}{4b^2 - c^2} > 0$$

$$\frac{dX}{dm_2} = \frac{bcR_2 + b(2b + cm_1)\frac{dR_1}{dm_2} + b(2b + cm_2)\frac{dR_2}{dm_2}}{4b^2 - c^2} > 0$$

$$\frac{dY}{dm_2} = \frac{2b^2R_2 + (2bm_1 + c)\frac{dR_1}{dm_2} + (2bm_2 + c)\frac{dR_2}{dm_2}}{4b^2 - c^2} > 0$$

となり、自国内および外国内での自国企業による研究開発のスピルオーバーの程度の拡大は両国企業の生産量および価格を上昇させる。

V むすび

企業にとって、研究開発投資は生産コストの引き下げや製品の差別化をもたらし利潤の拡大につながる。一方、このような研究開発は他の企業にその成果が漏れるため、そのような研究開発の成果を得た他企業はコストをかけずに成果を得ることができる。また、研究開発を行う企業にとって、自国内で研究開発投資を行うことは、外国企業の研究開発投資の成果の一部が漏れるリスクは小さくなるが、外国にいる優秀な人材を活用することによる需要拡大などの成果を得ることができなくなる。外国で研究開発投資を行えば、それらの優秀な人材を活用し自国の財に対する需要を拡大させることができるが、同時に外国企業に研究開発投資の成果の一部が漏れるリスクは大きくなると考えられる。

本稿では、自国企業および外国企業が第三国市場を目指して輸出競争を行うベルトランモデルをもとで、自国企業が自らの財に対する需要を拡大させるような研究開発投資競争を自国および外国において行うモデルを提示し、研究開発投資の規模について、また研究開発投資の成果の一部がスピルオーバーする場合の研究開発投資の規模について考察した。

企業間でベルトラン的競争を行う場合、両国企業の価格は戦略的補完関係

にあるため、相手価格の上昇は自国価格の上昇をもたらす。自国企業による研究開発の外国企業へのスピルオーバーが起これば、外国企業は同じ条件のもとで価格を引き上げることができ、そのことが自国の価格を引き上げる誘因となる。その結果、今までよりもより研究開発を行う方がより多くの利潤を得られるようになり、自国企業は研究開発投資を増加させることになる。また、スピルオーバーの拡大は、自国内および外国内での研究開発投資を増加させると同時に両国企業の価格および生産量を上昇させることが分かった。

(筆者は関西学院大学商学部教授)

参考文献

- Brander J. A. (1981), "Intra-Industry Trade in Identical Commodities", *Journal of International Economics* 11 1-14.
- Brander J. and B. Spencer (1983), "Strategic Commitment with R & D: The Symmetric Case," *Bell Journal of Economics*, 14, 225-235.
- Brander J. A and Spencer B. J, (1985), "Export subsidies and international market sharerivalry", *Journal of International Economics* 18 83-100
- d'Aspremont, Claude and J. Alexis (1988), "Cooperative and Noncooperative R & D in Duopoly with Spillovers," *American Economic Review*, 78, 1133-1137.
- d'Aspremont, Claude and J. Alexis (1990), "Cooperative and Noncooperative R & D in Duopoly with Spillovers: Erratum," *American Economic Review*, 80, 641-2.
- Sajal Lahiri and Y. Ono (2004), "R & D policy," in *Trade and Industrial Policy under International Oligopoly* (Cambridge University Press) chap. 2, 19-30.
- Sigrid Suetens (2005), "Cooperative and noncooperative R & D in experimental duopoly markets," *International Journal of Industrial Organization*, 23, 63-82.
- Barbara J. Spencer and Brander J. A (1983), "International R & D Rivalry and Industrial Strategy," *Review of Economic Studies*, 50, 707-722.
- Henriques, Irene (1990), "Cooperative and Noncooperative R & D in Duopoly with Spillovers: Comment," *American Economic Review*, 80, 638-40.
- 春名章二 (2010) 『イノベーション、R & D スピルオーバーと寡占』岡山大学経済学部研究叢書第39冊。